

Улучшение показателей работы отстойников с тонкослойными модулями пилотной установки при применении активированного раствора коагулянта сульфата алюминия

№ п/п	Наименование показателей	Показатель		Примечание
		зимний период	период весеннего паводка	
1	Параметры активации: - напряженность магнитного поля, кА/м - содержание анодно-растворенного железа, мг/дм ³	175-325 220-350	130-350 250-320	
2	Содержание дозы коагулянта (считая по товарному продукту, %)	25-30	25-30	Среднее значение
3	Изменение качественных показателей очищенной воды, %: - мутность - цветность - содержание остаточного алюминия в очищенной воде	22,7 27,7 53,6	27 46,3 50,3	Среднее значение
4	Повышение производительности отстойников с тонкослойными модулями, %	10,8	19	Среднее значение

Анализ результатов исследований позволяет сделать вывод о возможности интенсификации работы горизонтальных отстойников с тонкослойными модулями при использовании активированного раствора коагулянта.

1.Иванов В.Г., Симонов Ю.М. Расчет и проектирование тонкослойных отстойников для очистки сточных вод. – Л.: ЛИИЖТ, 1985. – 50 с.

2.Иванов В.Г. Тонкослойные отстойники для интенсификации очистки природных и сточных вод: Дисс. ... д-ра техн. наук: 05.23.04. – СПб., 1998. – 304 с.

3.Барашникова Т.И., Радциг В.А. Тонкослойное отстаивание. – Челябинск: Челябинск. политехн. ин-т, 1993. – 200 с.

4.Булгакова О.В. Физико-химические основы осветления воды в тонкослойных отстойниках // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.93. – К.: Техніка, 2010. – С.329-333.

Получено 01.03.2011

УДК 628.32

С.Е.НИКУЛИН, канд. техн. наук, А.В.ПРОКОПЕНКО

Харьковская национальная академия городского хозяйства

ОБОСНОВАНИЕ ОБЩЕЙ МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПАРАМЕТРОВ МОДЕРНИЗИРОВАННОГО ГИДРОЦИКЛОНА

Приведено существующее состояние вопроса по предотвращению образования отложений в охлаждающих системах промышленности. Проанализирована возможность применения усовершенствованного гидроциклонного аппарата с целью эффективного

смешения сточных вод различного химического состава. Предложена методика для проведения исследований по изучению данного вопроса.

Наведено існуючий стан питання щодо запобігання утворення відкладень в охолоджуючих системах промисловості. Проаналізовано можливість застосування удосконаленого гідроциклонного апарату з метою ефективного змішування стічних вод різного хімічного складу. Запропонована методика для проведення досліджень з вивчення цього питання.

Current status of the issue to prevent the formation of deposits in industrial cooling systems has been given. Possibility of the advanced hydrocyclone unit for the effective mixing of sewage with different chemical composition has been analyzed. The technique for research the issue has been presented.

Ключевые слова: способ, отложения, смешивание, щелочность, адгезия, напорный вихревой аппарат, очистка, эффективность, методика, кристаллизация.

Разработка методов очистки сточных вод от малорастворимых солей жесткости особенно актуальна для нашей страны вследствие ограниченности поверхностных ресурсов с мягкой водой. Для умягчения стоков применяется большое количество аппаратов, каждый из которых эффективно используется в зависимости от характера загрязнений воды. Одним из существующих способов решения проблемы по предотвращению образования карбонатных отложений в охлаждающих системах промышленности является смешение сточных вод различного химического состава (различного типа щелочности) с последующим отстаиванием усредненных вод. Например, сточных вод газочисток конверторного производства, с преимущественно бикарбонатной щелочностью, и подбункерных помещений доменного производства – с гидратной щелочностью [1]. В то же время, сдерживающим фактором применения данного метода является неэффективность смешения вод различного химического состава в отстойниках с камерой флокуляции ввиду отсутствия в них зоны для интенсивного перемешивания. В результате, как показывает практика, после процесса смешения (который имеет нестационарный характер) происходит массовый вынос "свежих" кристаллов карбоната кальция по всему напорному тракту подачи осветленной воды. Эти кристаллы обладают высокой адгезионной способностью [2], что приводит к интенсивным отложениям – до 50 мм в сутки в трубе Вентури газоочистки конвертеров.

Для решения данной проблемы необходимо создать условия по преобразованию находящихся в объеме воды частиц карбоната кальция с коллоидной дисперсностью в кристаллическую форму и дальнейшей потерей ими адгезионной способности.

Одним из направлений научного поиска в этой области является повышение эффективности, совершенствование гидроциклонных ап-

паратов. Данное направление реализуется за счет улучшения конструкции и усовершенствования движения водных потоков при соответствующем скоростном режиме, что и является целью данного исследования.

В соответствии с установленными целями определены следующие задачи исследования:

- анализ известных теоретических и эмпирических зависимостей количества, скорости образования и кинетики выделения карбоната кальция; современного состояния вопроса о физико-химических методах обработки воды для обеспечения ее стабильности в системах оборотного водоснабжения, теоретических и экспериментальных исследований процесса очистки сточных вод в напорных вихревых аппаратах;
- разработка экспериментальной установки на базе модернизированного напорного прямоточного вихревого аппарата для исследования процесса стабилизации смеси сточных вод различной щелочности, обоснование методики проведения исследований, оценка эффективности и воспроизводимости результатов экспериментов;
- исследование влияния основных факторов (линейной скорости и длительности интенсивного перемешивания, размеров и концентрации взвешенных веществ и масел в воде, температуры воды, конструктивных особенностей аппарата, влияющих на эффективность процесса кристаллизации малорастворимых солей в смеси сточных вод при их интенсивном перемешивании);
- промышленные испытания модернизированного опытно-промышленного напорного вихревого аппарата и внедрение результатов исследований в проектную практику при разработке систем очистки сточных вод.

На эффективность работы гидроциклонного аппарата влияют две группы факторов. К первой группе относятся факторы, определяющие гидродинамический режим движения смеси воды в гидроциклонном аппарате. Положительный результат будет зависеть от особенностей конструктивных решений в модернизированном аппарате, размеров его элементов и соотношения между ними. Ко второй группе относятся факторы, обусловленные свойствами жидкости, а именно: концентрация щелочности; температура воды; концентрация и гранулометрический состав твердых частиц взвешенных веществ и условных капель масел; расход сточных вод, а также соотношение смешиваемых сточных вод с различной щелочностью [3].

Выбор методики исследования определялся необходимостью достижения поставленных выше цели и решением задач с учетом конструктивных особенностей напорного вихревого аппарата для водопод-

готовки и очистки воды, главным образом, от малорастворимых солей жесткости; в зависимости от условий его работы, а также физико-химических процессов, протекающих в очищаемой сточной жидкости.

Методика исследований заключается в:

- обработке и анализе литературных источников;
- оценке известных уравнений гидродинамики для гидроциклонного напорного аппарата с учетом модернизации его конструкции, влияющей на кинетику процесса перемешивания;
- разработке метода расчета, экспериментального модельного аппарата;
- проведении экспериментов для уточнения и проверки теоретических данных.

В основу разработанной методики положены результаты теоретических и экспериментальных исследований, внедренных в промышленное производство конструкций прямоточных напорных горизонтальных вихревых аппаратов, которые предназначены для очистки сточных вод от тяжелых примесей [4]. Анализ технологических параметров этих аппаратов показал возможность реализации в них скоростного режима перемешивания воды, который бы обеспечивал оптимальный режим кристаллизации малорастворимых солей и максимально возможное снижение их адгезионной способности. Согласно этим данным оптимальный диапазон линейных скоростей ($V_{л}$) и продолжительности перемешивания ($t_{пер.}$) для достижения максимального эффекта ингибирования отложений карбоната кальция составляет для условий: без взвешенных веществ – $V_{л} \geq 5,6$ м/с и $t_{пер.} = 1,5-2,5$ мин.; при концентрациях взвешенных веществ 50-100 мг/л – $V_{л} = 1,9-3,8$ м/с и $t_{пер.} = 1,5-2,5$ мин.; при концентрациях взвешенных веществ 5000 мг/л – $V_{л} = 1,9$ м/с и $t_{пер.} = 1,5$ мин. Указанные результаты получены при температуре воды 18-20 °С и с концентрацией в смешиваемых водах бикарбонатной и гидратной щёлочности до 20 мг-экв/л в соотношении 1:1 по объёму [2].

Приведенные результаты лабораторных экспериментов подтверждают перспективность использования в целях стабилизации сточных вод гидроциклонов небольших диаметров, которые позволяют за 1,5-2 мин. ускорять процессы кристаллообразования, а также, значительно снизить адгезионную способность образующихся кристаллов карбоната кальция, обеспечить стабильность отводящейся воды. Тогда как в отстойниках известных конструкций отсутствуют условия для подобного по эффективности смешения и стабильного по интенсивности перемешивания вод, что и приводит к описанному выше выносу ак-

тивных кристаллов карбоната кальция с последующим их переносом к металлической поверхности и прикреплением к ней в результате действия адгезионных сил.

Поэтому применение гидроциклонного аппарата в схемах очистки воды позволит увеличить срок службы водопроводных сетей, снизить эксплуатационные и капитальные расходы и, тем самым, сократить себестоимость подготовки воды при минимальных капитальных затратах.

Разработанная методика исследований предполагает получение результатов, которые позволят уточнить теоретическую модель кристаллизации малорастворимых солей в направлении учета скоростного режима и продолжительности перемешивания закрученных потоков жидкости, в которых содержатся продукты накипеобразования, твердые примеси и масла.

Кроме того, в основу разработанной методики положены значения физико-химических параметров сточных вод, применяемые при проектировании оборотных систем водоснабжения подбункерных помещений доменных печей и газоочисток конверторов, которые получены в результате многолетних исследований [5].

Таким образом, методика исследований позволяет изучить объект исследований – модернизированный напорный прямоточный вихревой аппарат. Предметом исследований являются закономерности кристаллизации малорастворимых солей жесткости при смешивании и интенсивном перемешивании сточных вод разного химического состава (бикарбонатной и гидратной щелочности).

Научной новизной исследований являются: конструкция модернизируемого напорного вихревого аппарата с повышенной эффективностью работы при стабилизационной обработке сточных вод. Предполагается защита конструкции вихревого аппарата патентом Украины; получение функциональной зависимости, характеризующей эффективность стабилизации (кристаллизацию солей временной жесткости и удаления их из сточных вод) в модернизированных напорных вихревых аппаратах в зависимости от основных факторов, которые влияют на этот процесс при смешивании сточных вод разного химического состава (гидратной и бикарбонатной щелочности).

Практическая значимость исследований заключается в разработке принципиальной конструкции модернизируемого напорного вихревого аппарата для очистки воды от солей временной жесткости с учетом экспериментальных и теоретических исследований, разработке рекомендаций на проектирование конструкции напорного вихревого аппарата при его проектировании и технологических параметров при его

эксплуатации на металлургических предприятиях.

Изменяемые параметры сточных вод и условия перемешивания при проведении экспериментов и предельные их значения приведены в таблице.

Основные параметры при проведении исследований

Наименование показателей	Значения показателей
Температура, °С	20-55
Щелочность, мг-экв/л	2,5-7,0
Соотношение объемов смешиваемых вод (бикарбонатной и гидратной щелочности), ед.	2:1÷1:2
Взвешенные вещества: - концентрация, мг/л; - размер частиц, мкм	0-7000 0-50
Масла: - концентрация, мг/л; - размер условных капель, мкм	0-50 0-20
Продолжительность перемешивания, мин.	0,5-2,5
Линейная скорость при перемешивании, м/с	1,0-2,5

1.Шуб В.Б., Хвостак Л.Л., Пантелят Г.С., Муха В.И. Водооборотные системы на металлургических предприятиях // Водоснабжение и санитарная техника. – 1987. – №12. – С.25-26.

2.Никулин С.Е. Усовершенствованная система оборотного водоснабжения станов горячей прокатки: Дисс. ... канд. техн. наук. – Харьков: НИПИ «Энергосталь», 1994. – 233 с.

3.Косенко Н. О. Очистка вентиляционных выкидов у вихровых прямоточных аппаратах: Дис. ... канд. техн. наук. – Харьков: ХДТУБА, 2004. – 202 с.

4.Левашова Ю.С. Очищення стічних вод від механічних мінеральних домішок у прямоточних вихрових апаратах: Дис. ... канд. техн. наук. – Харків: ХДТУБА, 2007. – 145 с.

5.Указания по проектированию объектов энергохозяйства металлургических предприятий. Очистные сооружения и защита водоёмов. ОРД 14.397-2.02-87. – М.: МЧМ СССР, 1996. – 106 с.

Получено 22.03.2011

УДК 641.07

О.В.СТАРКОВА, Л.А.ГНУЧИХ, Е.А.ШАПОВАЛОВА,

Д.А.БОНДАРЕНКО, кандидаты техн. наук

Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИОРИТЕТНЫХ ОБЪЕКТОВ РЕНОВАЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Обосновывается актуальность применения специализированных программных комплексов для оценки состояния водопроводных сетей. Описана модель построения